

**Untersuchungen
über den Strahlenschutz des Pflegepersonals
bei gynaekologischer Radiumapplikation
an Kliniken ohne besondere Spezialeinrichtungen**

von

Max Paul Ostermeier
aus Gunzenhausen

E - Neumann Verlag.
=



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548816_0191

Untersuchungen über den Strahlenschutz des Pflegepersonals
bei gynaekologischer Radiumapplikation an Kliniken ohne
besondere Spezialeinrichtungen.

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
zu
Erlangen-Nürnberg

Vorgelegt von
Max Paul O s t e r m e i e r
aus Gunzenhausen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg.



Dekan: Prof. Dr. E. S c h r e c k

Referent: Prof. Dr. K. P o d l e s c h k a

Korreferent: Prof. Dr. R. D y r o f f

Tag der mündlichen Prüfung: 27. 7. 1961

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Die höchstzulässigen Belastungsdosen nach den Bestimmungen der 1. Strahlenschutzverordnung	4
Zweck der Untersuchungen	5
Bedeutung von Lage und Belegung der für die Radiumtherapie vorgesehenen Räume für die Strahlenbelastung	6
Untersuchungen über die Strahlenbelastung und Strahlenschutz der Schwestern bei ihrer Tätigkeit in diesen Räumen:	
1) Belastung und Erörterung von Schutzmaßnahmen bei:	
a) Transport der Patientin vom Operationssaal in das Zimmer	8
b) Pflege der Patientinnen	12
c) Entfernen des Radiums	19
d) Rücktransport des Radiums zum Tresor	19
2) Gesamtbelastung innerhalb 24 Stunden bei Ausführung aller Arbeitsgänge	21
Untersuchungen über die Strahlenbelastung in der unmittelbaren Umgebung der für die Radiumtherapie vorgesehenen Zimmer	23
Zusammenfassung	25
Literaturverzeichnis	27

Die vermehrte Anwendung der Röntgenstrahlen und radioaktiven Stoffe hat dazu geführt, die höchstzulässigen Dosen für Personen, die beruflich ionisierenden Strahlen ausgesetzt sind, im Laufe des letzten Jahrzehnts herabzusetzen und gesetzlich zu begrenzen.

Bis zum Jahre 1959 bestand in Deutschland eine Regelung nur auf Landesebene. So hatte Bayern im Jahre 1957 - als erstes Bundesland - das Bayerische Atomgesetz in Kraft gesetzt. Dieses wurde durch das Bundesatomgesetz vom 23.12.1959 mit der ersten Strahlenschutzverordnung vom 24.6. 1960 abgelöst, womit für die ganze Bundesrepublik Deutschland eine einheitliche Regelung getroffen wurde.

Das Atomgesetz und die erste Strahlenschutzverordnung legten in Übereinstimmung mit den Euratomnormen und den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) die höchstzulässigen Dosen wie folgt fest:

§ 25 Abs. 2 der 1. Strahlenschutzverordnung bestimmt für beruflich strahlenexponierte Personen:

"Die bis zu einem bestimmten Lebensalter tatsächlich aufgenommene Dosis darf höchstens 5 rem , vervielfacht mit der um 18 verminderten Zahl der Lebensjahre betragen (höchstzulässige Lebensaltersdosis)".

§ 26. Dauereinrichtungen:

" Dauereinrichtungen, die dem Schutz beruflich strahlenexponierter Personen vor Strahlen, insbesondere durch Abschirmung oder Abstandhaltung dienen sollen, müssen so beschaffen sein, daß die von dem Umgang mit radioaktiven Stoffen herrührende, von einer Person tatsächlich aufgenommene Dosis durchschnittlich 0,1 rem je Woche nicht überschreiten kann."

Daraus ergibt sich eindeutig, daß die Strahlenbelastung für beruflich strahlenexponierte Personen, die vom 18 Lebensjahr ab in einem solchen Beruf tätig sind, durchschnittlich nur 100 mr pro Woche betragen darf. Die bei gelegentlichen Überschreitungen dieses Durchschnittswerts zu beachtenden Vorschriften sollen hier außer Betracht bleiben.

Zwecks Erfüllung dieser Forderung wurden an der Frauenklinik der Städtischen Krankenanstalten in Nürnberg (Vorstand: Prof. Dr. med. K. Podleschka) Untersuchungen angestellt, wie diese Bestimmungen eingehalten werden können, und zwar zunächst für das Pflegepersonal, mit der besonderen Zielsetzung, wie dies ohne großen finanziellen Aufwand möglich ist.

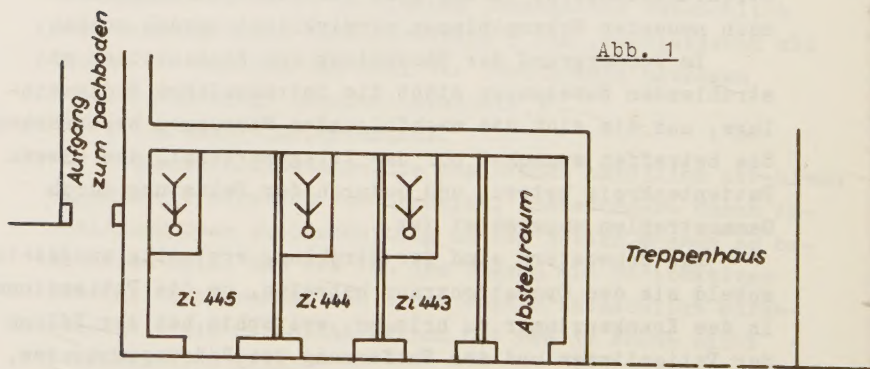
Solche Überlegungen sind besonders wichtig für kleinere Krankenhäuser, die nicht in der Lage sind, ein eigenes Strahleninstitut mit einer besonderen Abteilung für die Behandlung mit Radioisotopen und harten Strahlen zu erstellen, was grundsätzlich in Form von Bestrahlungszentren mit einer Monopolstellung für diese Therapie auf längere Sicht zu fordern wäre. Für die Städtische Frauenklinik Nürnberg stellen diese Maßnahmen, die auf Grund der nachfolgenden Untersuchungen getroffen wurden, nur eine Überbrückung dar bis zur Inbetriebnahme eines im Bau befindlichen Bestrahlungsbunkers, in dem alle Strahlenschutzmaßnahmen nach neuesten Erkenntnissen verwirklicht werden sollen.

Im Vordergrund der Behandlung von Frauenleiden mit strahlenden Substanzen steht die intrakavitäre Radiumeinlage, auf die sich die nachfolgenden Messungen beschränken. Sie betreffen zunächst nur das Pflegepersonal, das diesen Patientenkreis betreut und dadurch der Belastung durch Gammastrahlen ausgesetzt ist.

Die Schwestern sind der Strahlung erstmalig ausgesetzt, sobald sie den Operationsraum betreten, um die Patientinnen in das Krankenzimmer zu bringen, weiterhin bei der Pflege der Patientinnen und der Entfernung des Radiumpräparates, die an der Klinik von den Schwestern durchgeführt wird. Ferner kommt hinzu die Belastung, die sich bei dem Rücktransport des Radiums in den Tresor ergibt.

Die erste Überlegung war, eine möglichst günstige Lage der Krankenzimmer zu finden, in denen radiumtragende Patientinnen liegen sollen, um schon dadurch die Strahlenbelastung zu vermindern. Es wurden in der hiesigen Klinik 3 Zimmer gewählt, die sich im III. Stock des Hauses befinden. Die Zimmer liegen so, daß sich über diesen nur noch der Dachboden befindet und unterhalb Räume liegen, die nur selten benützt werden.

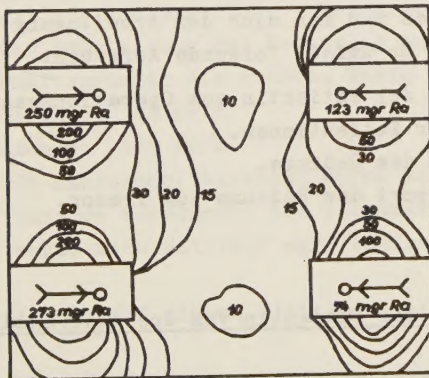
Wie sich aus Abb. 1 ergibt, wurde bei der Auswahl der Zimmer darauf geachtet, daß diese nebeneinander liegen und so gelegen sind, daß sie auf drei Seiten weder von einem Wohn-, Schlaf-, noch Arbeitsraum umgeben sind. Den Räumen gegenüber befinden sich zwar - durch einen 2,39 m breiten Gang getrennt - Patientenzimmer. In diesen finden jedoch nur Frauen Aufnahme, die schon radiumbestrahlt sind, meist incurable Recidivfälle.



Skizze: M 1:100

Für die Wahl der Zimmer ergab sich ferner, daß es sich um Einzelzimmer handeln muß. Die Begründung liefern *Walstam*, *Schumann* und *Simmgen* in ihren Untersuchungen über die Verteilung der Dosisleistungen in der Umgebung der Patientenkörper.

Bei einer Untersuchung von *Walstam* (vgl. Abb. 2) lagen vier Patientinnen gemeinsam in einem Raum. Betrachtet man die Isodosenlinien, so ist zu erkennen, daß diese Linien durch den Zusammenfluß aller vier Strahlungen gebildet werden. Betritt nun eine Schwester den Raum, so ist sie, auch wenn sie nur eine Patientin zu versorgen hat, unweigerlich der Strahlung der anderen eingelegten Präparate mit ausgesetzt.



Eine wesentliche Verminderung tritt bereits ein, wenn nur zwei Patientinnen im Raum sind und diese so gelagert sind, daß ihr Kopfende zur Türe liegt. Die Schwester kommt erst dann in den Hauptstrahlenbereich, wenn sie sich dem Bett nähert, während sie im anderen Falle relativ hohe Strahlendosen durchschreiten müßte. (vgl. hierzu auch Abb. 3).

Liegen die Patientinnen aber in Einzelzimmern, so ist einmal ihre Entfernung voneinander größer, zum anderen wird die Strahlendosis weiter, wenn auch geringgradig, durch die Zwischenwand geschwächt. Die Strahlung in das Nachbarzimmer kann noch herabgesetzt werden, wenn die Zwischenwand durch einen ca. 1 Meter hohen transportablen Bleiwandschirm verstärkt wird.

Nachdem die Wahl der Zimmer zur Zufriedenheit gelöst wurde, war die nächste Aufgabe, die Strahlenbelastung der Schwestern auf das Geringste herabzusetzen, um die gesetzlichen Bestimmungen einzuhalten.

Als erstes muß man sich den Arbeitsgang klar vor Augen halten. Er umfaßt folgende Aufgaben:

- 1.) Transport der Patientin vom Operationssaal in das Zimmer.
- 2.) Pflege der Patientinnen.
- 3.) Entfernen des Radiums.
- 4.) Rücktransport des Radiums zum Tresor.

1.) Transport der Patientin vom Operationssaal in das Zimmer:

In der hiesigen Klinik befindet sich der Operationssaal ein Stockwerk tiefer, so daß die Patientinnen mit dem Aufzug zu den Zimmern gebracht werden müssen. Der Aufzug liegt jedoch in unmittelbarer Nähe des Operationssaales und der Zimmer.

Es wurde folgender Versuch angestellt:

Eine 62,4 kg schwere Patientin befindet sich mit einer intrakavitären Radiumeinlage von 100 mgr. in einem fahrbaren Bett. Es wurden folgende Werte gemessen: ¹⁾

Am Kopfende des Bettes: in Bodennähe 40 mr/h; Abnahme der Werte bis auf 15 mr/h am Oberrand des Kopfendes des Bettes.

Am Fußende des Bettes: in Bodennähe 100 mr/h. Mit zunehmender Entfernung vom Boden wiederum Abnahme der Strahlendosis bis auf 30 mr/h am Oberrand des Fußendes des Bettes.

Bei der gleichen Patientin wurde die Strahlendosis in Betthöhe und 50 cm Abstand von Abdomenmitte (also Bettrand) gemessen: Meßwert 150 mr/h.

Die Variation der Meßwerte am Kopf- und Fußende des Bettes von jeweils oben nach unten erklärt sich aus der Verschiedenheit der Gewebsdicken, die sich zwischen der Verbindungslinie Radiumeinlage - Meßgerät befinden.

Bei der Beurteilung der Belastung empfiehlt es sich, aus Sicherheitsgründen die höheren Werte zu nehmen, also

am Kopfende: 40 mr/h

am Fußende: 100 mr/h

Aus 100 Radiumapplikationen wurde der Mittelwert der Einzelradiummenge errechnet, die intrakavitär eingelegt wurde. Er ergab sich mit 76,2 mgr. (aufgerundet auf 77 mgr.).

Umgerechnet auf diesen Mittelwert ergibt sich eine Dosis von

77 mr/h am Fußende des Bettes,

30,8 mr/h (aufgerundet 31 mr/h) am Kopfende,

115,5 mr/h (abgerundet 115 mr/h) am Bettrande.

1) Die gesamten Strahlendosismessungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Krankenhausphysiker der Städtischen Krankenanstalten in Nürnberg Herrn Dr. Balz ausgeführt. An dieser Stelle sei mir gestattet, Herrn Dr. Balz für seine Unterstützung besonders zu danken.

Nach Messungen von G. B a l z schwächt eine Wasserschicht von ca. 19 cm Dicke die Radiumgammastrahlung auf die Hälfte. Das Gewebe des menschlichen Körpers darf in unserem Falle dem Wasser gleichgesetzt werden. Daraus ergibt sich, daß der geringere Wert am Kopfende des Bettes durch die größeren Körpermassen, die in den Strahlengang eingeschaltet sind, bedingt wird.

In unserem Fall erfährt durch den Körper am Kopfende die Strahlung eine Schwächung auf ungefähr die Hälfte.

Es ist festzustellen, daß die Schwester beim Transport einer wechselnden Strahlendosis ausgesetzt ist, da sie sich zwischen den 3 Meßpunkten bewegt. Um nun der tatsächlichen Belastung am nächsten zu kommen, ist bei der Berechnung der Mittelwert aus den 3 Meßwerten zu Grunde zu legen. Er errechnete sich auf 73,3 mr/h.

Es wurden nun die Zeiten gemessen, die eine Schwester benötigt, um die Patientin vom Operationstisch zu heben, in die fahrbare Bahre zu legen, in das Krankenzimmer zu fahren und sie sodann in das Bett zu legen.

Aus 50 Messungen ergab sich ein Zeitmittelwert von 6 Min. 5,5 Sec. Diese so kurze Zeit konnte nur dadurch erreicht werden, daß die Schwestern angehalten wurden, möglichst schnell zu arbeiten, jegliche unnötige Verzögerung zu vermeiden; sie wurden ferner auf diese Tätigkeit besonders eingeübt. Dies gilt auch für sämtliche späteren Zeitangaben.

Es zeigte sich, daß die Lagerung auf eine Bahre eine stärkere Strahlenbelastung ergibt, da die Patientin zweimal von der Schwester umgebettet werden muß und somit in engste Berührung mit der radiumtragenden Patientin kommt. Das erste Mal beim Heben der Patientin vom Operationstisch auf die Bahre, das zweite Mal beim Umbetten von der Bahre in das Krankenbett. Aus diesem Grunde wurden neue fahrbare Betten angeschafft, so daß die Patientin sofort im Operationssaal in das Bett kommt und somit die enge Berührung

auf einen Arbeitsgang reduziert wurde. Es wurde zuerst vermutet, daß hierdurch auch noch eine Zeitersparnis erzielt werden könne. 10 Vergleichsmessungen (Mittelwert 6 Min. 24,3 Sec.) ergaben jedoch, daß dies nicht der Fall war. Der Grund liegt darin, daß diese fahrbaren Betten nicht so wendig sind wie die Bahren.

A. R a k o w empfiehlt, um die enge Berührung Patientin - Schwester zu vermeiden, auf den Operationstisch 2 Riemen mit Haltegriffen zu legen. Darauf soll dann die Patientin gelagert werden und nach der Radiumapplikation mit diesen Riemen in das Bett gehoben werden.

Diese Maßnahme ist nicht als zweckmäßig zu betrachten, da 1. die Umbettzeit verlängert wird,

2. statt 2 Schwestern beim Umbetten nun 4 benötigt werden, da sich auf jeder Seite 2 Schwestern befinden müssen, um die Patientin hochheben zu können.

Es ergibt sich somit als Strahlenbelastung durch den Transport mit Umbetten:

$$\frac{74,3 \text{ mr} \times 365,5 \text{ Sec.}}{60 \times 60 \text{ Sec.}^2} = 7,15 \text{ mr Belastung für die benötigte Zeit von 6 Min. 5,5 Sec.}$$

Die Schwestern wurden darauf hingewiesen, daß sie sich beim Transport, also besonders im Aufzug, nicht an der Seite des Bettes aufhalten dürfen, sondern nur am Kopf- oder Fußteil des fahrbaren Bettes und hier in einem möglichst weiten Abstand.

Es könnte erörtert werden, am Kopfende und Fußende des Bettes eine Schutzschicht aus Blei von einer Halbwertschicht von 10 mm anzubringen. Dies würde hinter der Schutzschicht die Strahlendosis auf die Hälfte herabsetzen. Oberhalb der Schutzschicht würde jedoch der Körper der ungeschwächten Dosis ausgesetzt sein. Auch wird diese nur dann vermindert, wenn sich die Schutzschicht zwischen der Verbindungslinie Radiumeinlage - Schwester befindet. Die Bleischutzschicht vermehrt auch das Gewicht des fahrbaren Bettes und schränkt somit dessen Wendigkeit sehr ein. Es bestände ferner die Gefahr, daß im Vertrauen auf die Schutzmaßnahme nicht mehr die nötige Sorgfalt aufge-

bracht wird.

2.) Pflege der Patientinnen:

Um die Pflegezeit der Patientinnen auf das Mindestmaß herabzusetzen, wurden auf der Klinik folgende vorbereitende Maßnahmen getroffen:

- a) Kurze Zeit vor der Radiumapplikation wird für eine möglichst gute Darmentleerung der Patientinnen gesorgt und sodann der Darm durch Opiate ruhig gestellt.
- b) Als Nahrung bekommen sie während der Behandlungszeit schlackenarme, möglichst flüssige Nahrung.
- c) Es wird ein Dauerkatheter gelegt.

Die Pflegezeit umfaßt: das Essenreichen, die Temperaturmessung, das Verabreichen von Medikamenten, das Betten (das auf das Nötigste beschränkt werden muß), die Visite und eventuell anfallende kleine Tätigkeiten.

Aus 50 Messungen wurde nun der Mittelwert der Pflegezeit errechnet, die für eine Patientin innerhalb von 24 Stunden benötigt wird.

Die Messung wurde auf folgende Art ausgeführt:

Jeweils für eine Patientin wurde ein eigenes Blatt nach untenstehendem Muster angelegt. Daraus war ersichtlich: Zimmer-Nummer, Name der Patientin usw.

Die Blätter befanden sich im Schwesternzimmer. Hatte nun eine Schwester eine Tätigkeit bei der Patientin zu verrichten, so wurde mit der Stoppuhr die Zeit gemessen und in die Tabelle eingetragen.

Muster:

Zimmer 444

Pat.: D.

Datum	Tageszeit	gemessene Zeit	Tätigkeit	Name d. Schw.
6.10.58	11. ⁴⁰	37 Sec.	nach der Pat. gesehen	Schw.Ingeb.
	13. ⁰⁰	36,3 Sec.	nach der Pat. gesehen	Schw.Maria
	13. ²⁰	1 Min.	Temp.gemessen u.Puls gezählt	Schw.Anni
	18. ⁵⁰	2 Min. 42 Sec.	Pat.gebettet u.Tee gebracht	Schw.Maria

Als Zeit, die die Schwester für die Pflege benötigte, ergaben sich für die:

Tagschwester 9 Min. 1,9 Sec. (aufgerundet 9 Min. 2 Sec.)

Nachtschwester 4 Min. 43,4 Sec. (aufgerundet 4 Min. 44 Sec.)

Bei Belegung aller 3 Zimmer mit Patientinnen mit insgesamt 240 mgr Radium intrakavitär wurde die Strahlendosis in der Umgebung des Bettes im Zimmer 444 gemessen (vgl. Abb. 1).

Es waren hierbei die Zimmer, wie aus nachfolgender Tabelle (Tab. 1) ersichtlich, belegt:

Tab. 1

Belegung der Zimmer:

Zimmer	445	444	443
Gewicht d. Pat.	64,2 kg	64,5 kg	70,0 kg
intrakav. Radiummenge	110 mgr	65,0 mgr	65,0 mgr

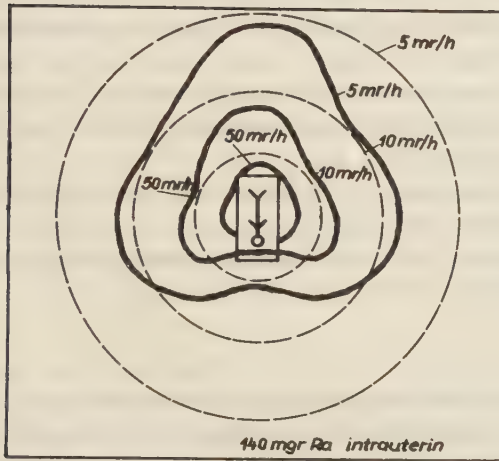


Abb. 3

- Isodosenkurven
bei Lagerung im Pat.
----- frei in Luft

mit der jeweiligen Lage der Patientin im Bett.

Dies wurde durch einen Versuch bestätigt:

Im Zimmer 445 lag eine Patientin mit 100 mgr Radium intrauterin und einem Gewicht von 62,4 kg. Im Zimmer 444 war eine Patientin mit 90 mgr Radium intrauterin und einem Gewicht von 72 kg. Die Patientinnen lagen mit dem Kopf zur Türe. Es wurde hierbei an der Türe des Zimmers 445 eine

Dosis von 5 mr/h gemessen.

Nun wurde das Bett im Zimmer 445 schräg gestellt (45°). Es erhöhte sich die Dosis auf 7 mr/h.

Der gleiche Effekt tritt ein, wenn die Patientin im Bett schräg liegt.

Damit ergibt sich: Die Einbuchtung der Isodosenlinien am Kopfteil des Bettes kann zum Strahlenschutz dadurch ausgenützt werden, daß:

- a) wie schon angeführt, die Betten mit dem Kopfteil zur Türe gerichtet sind,
- b) die Schwestern bei den Pflegemaßnahmen, soweit möglich, am Kopfende der Betten stehen bleiben.

Zu a)

Es wurden nun Vergleichsversuche angestellt, bei denen die Patientinnen einmal mit dem Kopf zur Türe, zum anderen Male mit den Füßen zur Türe lagen. Bei der Belegung der Zimmer nach Tab. 1 ergab sich folgendes:

Tab. 2

Gemessene Strahlendosiswerte:

Lage der Pat.	mit dem Kopf zur Türe	mit den Füßen zur Türe
vor d.Türe d.Zi. 445	4-5 mr/h	7 mr/h
vor d.Türe d.Zi. 444	3 mr/h	3-4 mr/h
vor d.Türe d.Zi. 443	3 mr/h	3-4 mr/h
Mitte des Ganges	max. 3 mr/h	max. 3-4 mr/h

Durch die geringere Dosis an der Türe bei Stellung des Bettes mit dem Kopfende zur Türe, wird beim Nachsehen nach der Patientin eine geringere Dosis aufgenommen; ferner

ist die Belastung für das Personal auf dem Gang herabgesetzt. Dies ist besonders wichtig beim Passieren des Ganges.

Es wurde überlegt, ob es von Vorteil ist, in die Türen kleine Fenster einzulassen, damit man sich, ohne daß die Türen geöffnet werden müssen, über das Befinden der Patientin orientieren kann. Dies bedeutet aber keine Zeitersparnis. Eine normale Türe stellt auch keinen Strahlenschutz dar. Ein solches Fenster würde sonach lediglich Sicherheit vortäuschen, die überhaupt nicht vorhanden ist und die Schwester zu Sorglosigkeit verleiten. Diese Maßnahme wurde daher nicht durchgeführt.

Zu b)

Wenn das Bett mit dem Kopfteil zur Türe steht, kann die Schwester bei einfachen Handreichungen am Kopfende der Patientin stehen bleiben und kommt somit nicht in den maximalen Strahlenbereich. Denn, wie aus Abb. 3 zu sehen ist, befindet sich die Schwester, wenn sie am Kopfende steht, im Bereich der Isodosenlinie von 10 mr/h. Würde sie am seitlichen Bettrand stehen, so befände sie sich im Bereich der Strahlendosis von 50 mr/h. Würden die Betten mit dem Fußende zur Türe stehen, so müßte das Pflegepersonal den Bereich von 50 mr/h durchschreiten, um in den Kopfbereich und somit in das Gebiet der niedrigeren Strahlung zu kommen. Bei einfachen Tätigkeiten, wie Essenreichen, Medikamente verabreichen usw. ist diese Maßnahme ohne weiteres durchzuführen.

A. R a k o w empfiehlt, an die Zimmertüre ein Warnschild anzubringen, auf dem der Verlauf der Isodosenlinien um das Bett aufgezeichnet ist. Die Schwester könne dann auf Grund des Bildes genau ersehen, wo der Ort der stärksten Strahlung ist und wo der der geringsten. Die Verläufe der Isodosenlinien unterliegen jedoch, wie schon ausgeführt, großen Schwankungen. Deshalb kann auch kein Punkt angegeben werden, an dem die Strahlung am geringsten ist. Somit

ist der Vorschlag von A. R a k o w nicht ganz zu verwirklichen.

Dieses Warnschild hat nur den einen Nutzen, dem Personal dauernd vor Augen zu führen, daß am Kopfende des Bettes die Strahlung am geringsten ist und sehr hoch zu beiden Seiten und am Fußteil des Bettes. Über den Verlauf der Isodosenlinien im Raum kann jedoch nichts ausgesagt werden.

Von Seiten des Pflegepersonals wird oft der Wunsch geäußert, daß man ihnen Bleigummischürzen, wie sie in der Röntgentherapie und -Diagnostik getragen werden, geben solle. In einem solchen Falle sind die Schwestern darüber aufzuklären, daß derartige Schürzen die Gammastrahlung des Radiums kaum schwächen. Nach einer Veröffentlichung von R a k o w beträgt diese Schwächung nur etwa um 0,1 %. Würden solche Schürzen getragen, so käme hinzu, daß das Personal bei der Pflege Tätigkeit in der Bewegungsfreiheit behindert wird. Dies hätte also dann eine Verlängerung der Pflegezeit zur Folge.

Es wirft sich weiter die Frage auf, ob man am Kopfende und an den Seiten des Bettes einen fahrbaren Bleischirm anbringen soll. Dieser könnte jedoch nur ca. 1,20 m hoch sein. Wäre er höher, so würde die Pflege der Patientin sehr erschwert und damit wieder die Pflegezeit verlängert werden. Die Verwendung eines derartigen Bleischirmes hätte zur Folge, daß zwar die Strahlendosis, die die Gonaden und Unterleibsorgane trifft, aber nicht die, die den Kopf und somit Zentralnervensystem, Drüsen und Augen treffen, geschwächt wird. Aus diesem Grunde stellt der Schutz eines Bleischirmes keine zufriedenstellende Maßnahme dar.

3.) Entfernen des Radiums:

Beim Entfernen des Radiums arbeitet die Schwester direkt am Bettrande. Sie ist also hier einer Dosis von 80 mr/h ausgesetzt. Bei dieser Tätigkeit ist es wichtig, daß das Zimmer erst betreten wird, wenn alle Vorbereitungen, wie Herrichten aller benötigten Instrumente, getroffen sind. Auch muß der Radiumtransportwagen sofort mit in das Zimmer genommen und neben das Bett gestellt werden, so daß das Präparat sofort hineingelegt und aus dem Zimmer gebracht werden kann. Das Präparat darf im Zimmer keineswegs gesäubert werden. Dies darf erst im Vorbereitungsraum, hinter einer Schutzwand, geschehen. Erst wenn das Radium aus dem Zimmer entfernt ist, dürfen andere Tätigkeiten vorgenommen werden.

Es wurden nun die Zeiten gemessen, die für die Entfernung des Radiums benötigt werden. Die Messung begann beim Betreten des Raumes, umfaßte das Entfernen der Tampo-nade, das Ziehen des Präparates und endete mit dem Entfernen des Radiums im Wagen aus dem Raum.

Der Zeitmittelwert ergab sich aus 50 Messungen zu 3 Min. 10 Sec. Die Belastung, bei Zugrundelegung der Dosis von 80 mr/h, beträgt:

$$\frac{80 \text{ mr/h} \times 190 \text{ Sec.}}{60 \times 60 \text{ Sec.}^2} = 6,3 \text{ mr für die Zeit von 3 Min. 10 Sec.}$$

4.) Rücktransport des Radiums zum Tresor:

Zum Rücktransport des Radiums zum Tresor wird ein Radiumtransportwagen benutzt.

Dieser besteht aus einem auf 2 Rädern gelagerten runden Behälter. An diesem ist eine gebogene Deichsel angebracht, mit der der Wagen geschoben wird. Der geradlinige Abstand

Behälter - Deichselende beträgt ca. 1,60 m. Dieser Wagen allein gewährt einen Strahlenschutz nur durch den durch die Deichsellänge bedingten Abstand. Eine Bleiabschirmung als zusätzlicher Strahlenschutz ist nicht vorhanden. In den Behälter des Transportwagens kann jedoch ein mit einer 2,5 cm Bleiwand geschützter, mit einem Deckel verschlossener Einsatz als Strahlenschutzbehälter gelagert werden. In diesen können jedoch nur Radiumstäbchen eingelegt werden. Die Radiumträger, wie sie in der gynaekologischen Radiumtherapie angewendet werden, können in diesen Bleibehälter nicht gelagert werden. Aus diesem Grunde kann der Transport nur mit dem Wagen, ohne den Bleibehälter stattfinden.

Es wurde nun folgender Meßversuch vorgenommen:

Im Radiumtransportwagen befanden sich 100 mgr Radium. Dieses Radium befand sich ohne Strahlenschutzbehälter im Wagen. Hierbei wurden am Ende der Deichsel 100 mr/h gemessen.

Bei 77 mgr Element beträgt die Strahlendosis also 77 mr/h.

Es wurde nun aus 50 Meßwerten der Mittelwert der Zeit berechnet, die benötigt wird, um das Radiumpräparat vom Krankenzimmer zum Tresor zu bringen. Dabei mußte in unserem Falle, ebenso wie beim Patientinnentransport, der Aufzug benützt werden.

Der Mittelwert beträgt 1 Min. 58,8 Sec. (aufgerundet 1 Min. 59 Sec.). Für diese Zeit errechnet sich die Belastung auf:

$$\frac{77 \text{ mr} \times 119 \text{ Sec.}}{60 \times 60 \text{ Sec.}^2} = 2,54 \text{ mr}$$

Um nun die Strahlung abzuschwächen, ist es notwendig, den Wagen mit einer Bleiwandung zu umgeben, die die Strahlung auf die Hälfte herabsetzt. Dazu wäre eine Halbwertschicht von 10 mm erforderlich. (Überschlägige Berechnung nach B a l z .) Dann würde die beim Transport aufgenommene Belastung nur noch 1,27 mr für die angegebene Transportzeit betragen.

Für den Radiumtransport im Wagen gelten natürlich dieselben Vorsichtsmaßregeln wie beim Patientinnentransport,

so z.B. Vermeidung unnötigen Aufenthalts im Strahlenbereich, gezieltes Arbeiten usw. Es darf z.B. keinesfalls vorkommen, wie es einmal der Fall war, daß das Radium zum Tresor gefahren und hier erst bemerkt wurde, daß der Schlüssel fehlte.

Gesamtbelastung innerhalb 24 Stunden.

Werden nun alle vier Arbeitsgänge innerhalb 24 Stunden ausgeführt, so ergeben sich folgende Werte:

	<u>Zeit:</u>	<u>Belastung:</u>
Transport der Pat.	6 Min. 5,5 Sec.	7,15 mr
Pflege Tag	9 Min. 2 Sec.	6,6 mr
Pflege Nacht	4 Min. 44 Sec.	3,47 mr
Entfernen des Präp.	3 Min. 10 Sec.	6,3 mr
Rücktransport des Präp.in den Tresor	1 Min. 59 Sec.	1,27 mr
<u>Belastung innerhalb 24 Stunden:</u>		<u>24,79 mr</u>

Die Gesamtbelastung innerhalb 24 Stunden beträgt somit durchschnittlich 24,79 mr.

Da sich die oben angeführten Arbeiten und damit die Belastung über 24 Stunden erstrecken und in dieser Zeit wenigstens 2 Schwestern tätig sind, d.h. je eine Tag- und Nachtschwester, trifft innerhalb 24 Stunden und pro Patientin auf eine Schwester eine Belastung von 12,39 mr, aufgerundet auf 13 mr.

Betrachtet man den ungünstigsten Fall, daß innerhalb 24 Stunden nur 2 Schwestern tätig sind, so ergibt sich bei der Pflege von 7 Patientinnen eine Strahlenbelastung von $7 \times 13 \text{ mr} = 91 \text{ mr}$ für eine Schwester.

Um nun unterhalb der gesetzlichen Höchstdosis von 100 mr/Woche zu bleiben, darf demnach eine Schwester in einer

Woche höchstens 7 Patientinnen pflegen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Schwester an je einem Tag eine Patientin pflegt oder z.B. auf 4 Tage verteilt 7 Patientinnen. Dann darf die Schwester allerdings an den anderen Tagen mit ionisierenden Strahlen nicht mehr in Berührung kommen.

Voraussetzung ist allerdings, daß die Arbeiten entsprechend unseren Anordnungen verrichtet werden. Dafür ist es unerlässlich, wie R a k o w ganz besonders empfiehlt, das auf Stationen, auf denen Radium angewendet wird, arbeitende Personal wiederholt auf seine Tätigkeit zu schulen und entsprechend zu unterweisen. Es ist vor allem anzuhalten, möglichst schnell und rationell zu arbeiten und jeden unnötigen Aufenthalt im Strahlenbereich zu vermeiden. Diese Belehrungen sind in bestimmten Zeitabständen zu wiederholen.

Zur Beobachtung der Strahlendosis, die die Schwester erhält, ist es unbedingt nötig, die täglich aufgenommene Dosis zu messen. Damit kann vermieden werden, daß die Schwester unbemerkt eine hohe Tagesdosis erhält und somit ihre höchstzulässige Wochendosis überschritten wird.

Jede Schwester, die im Strahlenbereich arbeitet, muß deshalb:

- a) eine Filmplakette erhalten, damit die wöchentliche Gesamtdosis festgestellt werden kann,
- b) ein Taschendosimeter tragen zur Feststellung der täglichen Belastung.

Zu beachten ist ferner, daß das Personal, das mit Strahlen in Berührung kommt, zu Beginn der Tätigkeit genauestens (mit Blutbild) untersucht wird. Die Untersuchungen sollen jeweils im Abstand von 6 Monaten wiederholt werden.

Nur bei Beachtung aller dieser Maßnahmen ist es möglich, das Pflegepersonal vor Schäden zu bewahren.

Messung der Strahlenbelastung in der unmittelbaren Nachbarschaft der "Radiumzimmer".

Da die therapeutische Radiumanwendung auch für die in der unmittelbaren Nachbarschaft gelegenen Räume, in denen der laufende klinische Betrieb weitergehen muß, eine Strahlenbelastung zur Folge hat, war es notwendig, die Strahlendosis in den Räumen der Umgebung einschließlich des darunter gelegenen Stockwerkes festzustellen.

Bei der Belegung der 3 Zimmer, wie aus Tab. 1 ersichtlich ist, ergaben sich in der Umgebung der Zimmer im III. Stock folgende Meßwerte:

(Bei der nachfolgenden Messung lagen die Patientinnen mit dem Kopf zur Türe. Alle Dosismessungen wurden in Abdomenhöhe vorgenommen.)

Tab. 3

Dosismessungen in mr/h bei Belegung der Zimmer nach Tab.1:

		Zimmer		
Ort d.Dos.Mess.		445	444	443
Gangmitte vor dem Zimmer:		2 mr/h	2 mr/h	2 mr/h
an der Zimmertüre:		4-5 mr/h	3 mr/h	3 mr/h
1,50 m	Abstand	-	8 mr/h	-
1,00 m	von	-	20 mr/h	-
0,50 m	Abdomenmitte	-	80 mr/h	-

In den unter den "Radiumzimmern" liegenden Räumen wurden Werte zwischen 0,1 und 2 mr/h festgestellt. In der Mitte des Ganges in diesem Geschoß war die Dosis kleiner als 1 mr/h. Die Werte wurden jeweils in einer Höhe von 1,50 m über dem Fußboden gemessen.

Die in der Mitte des Ganges vor den "Radiumzimmern" gemessene Dosis von 2 mr/h kann geduldet werden, da dieser für längeren Aufenthalt nicht benützt wird. Jedoch war es notwendig, jeden unnötigen Aufenthalt von Personal und Patienten hier zu unterbinden. Es wurden deshalb Schilder am Anfang und am Ende des Zimmertraktes aufgestellt, die die Aufschrift:

"Aufenthalt verboten! Radioaktivität!"

tragen.

Diese Schilder erinnern einmal Ärzte und Pflegepersonal daran, daß sie sich im Strahlenbereich befinden und deshalb hier nicht stehen bleiben sollen, um sich zu unterhalten oder irgendwelche Tätigkeiten zu verrichten, die auch außerhalb des Strahlenbereiches ausgeführt werden können. Zum anderen werden dadurch andere Patientinnen und deren Besucher auf die Gefährlichkeit eines Aufenthaltes vor den Räumen aufmerksam gemacht.

Aus eigenen Beobachtungen kann berichtet werden, daß diese Warnschilder fast allein dazu beigetragen haben, daß die Patientinnen und deren Besucher diesen Strahlenbereich meiden. Der Grund ist ohne Zweifel in der heute bei der Bevölkerung vorhandenen Angst vor Strahlen zu suchen.

Um Besucher, die ohne Wissen der Ärzte oder des Pflegepersonals die "Radiumzimmer" zu Besuchszwecken betreten wollen, daran zu hindern, wurde an jeder Türe ein Schild angebracht mit der Aufschrift: "Besuche ärztlich verboten". An der hiesigen Klinik werden Besucher in diese Zimmer nicht eingelassen. Bestehen sie aber darauf, so werden sie auf die Gefahren aufmerksam gemacht und ihnen mitgeteilt, daß sie die Räume auf eigene Gefahr betreten.

Die maximale Dosis von 2 mr/h in den unter den "Radiumzimmern" gelegenen Räumen kann geduldet werden, da diese Räume für den Daueraufenthalt nicht benutzt, sondern nur gelegentlich betreten werden. Jedoch sind diese Räume für Personen, die nicht beruflich mit ionisierenden Strahlen zu tun haben, zu sperren. Dies gilt vor allem für Schwestern, die nicht auf Radiumstationen arbeiten.

Zusammenfassung:

Auf Grund der eingehenden Untersuchungen über die Strahlenbelastung des Pflegepersonals bei allen Arbeiten, die im Zusammenhang mit der Radiumtherapie stehen, kann gesagt werden, daß die gesetzlichen Bestimmungen des Strahlenschutzes auch ohne besondere große Einrichtungen eingehalten werden können.

Es ergab sich, daß die Auswahl der Zimmer so getroffen werden muß, daß durch sie keine zusätzliche Strahlenbelastung entsteht. Es darf sich nur um Einzelzimmer handeln. Es wurde ferner dargelegt, daß bestimmte Verhaltensmaßregeln bei den einzelnen Arbeitsgängen und deren Beschleunigung geeignet sind, die Strahlenbelastung so zu vermindern, daß den gesetzlichen Bestimmungen entsprochen wird. Es zeigte sich, daß die Gesamtbelastung für eine Schwester bei der Versorgung von einer Patientin auf rund 13 mr innerhalb 24 Stunden herabgesetzt werden kann. Voraussetzung ist jedoch, daß das Personal entsprechend geschult und zur strengen Einhaltung der für notwendig erkannten Maßnahmen angehalten wird.

Die Messung der Strahlenbelastung in der unmittelbaren Umgebung der "Radiumzimmer" ergab, daß unter Beachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln hier der klinische Betrieb ungestört weiter geführt werden kann.

Bei allen Maßnahmen "muß aber stets im Auge behalten werden, daß auf dem Gebiete des Strahlenschutzes die wissenschaftliche und technische Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist. Dies gilt vor allem für die Vorschriften über die Festlegung der höchstzulässigen Strahlendosis bei Personen, die beruflich einer starken Strahlung ausgesetzt sind. Deshalb muß es das Ziel sein, nicht nur die höchstzulässige Dosis einzuhalten, sondern möglichst weit unter dieser Dosis zu bleiben."

Hervorgehoben sei noch, daß durch die Untersuchungen nur die Strahlenbelastung des Pflegepersonals, also nur eines beschränkten Personenkreises festgestellt wurde. Nicht einbezogen wurden Ärzte und Operationsschwestern, die noch mehr gefährdet und für die besondere Maßnahmen nötig sind. Deren Erörterung hätte aber den Rahmen dieser Arbeit überschritten.

Literaturverzeichnis:

Atomgesetz (Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren) vom 23.12.1959 (Bundes-Gesetz-BI. 1959 I v. 31.12.1959, S. 814 ff).

- Balz, G. u. Jakob, A.: Betrachtungen zum Strahlenschutz beim Umgang mit Radium und ähnlichen Gamma-Aktivitäten. Strahlentherapie Band 111, Heft 2 (1960), S. 286-295.
- Balz, G.: Strahlenschutzprobleme bei der gynaekologischen Radiumtherapie. Vortrag, gehalten auf der Wintertagung der Bay. Röntgenvereinigung 1958 in München.
- Baum, G.: Strahlenschutz - Bericht vom IX. Internationalen Kongreß für Radiologie in München vom 23.7. - 30.7.1960. Med.Klinik 55.Jahrg., Nr.41 v. 7.10.60, S. 1870, 1881.
- Dietrich, G. u. Balz, G.: Die Planung einer Abteilung für die therapeutische Anwendung harter ionisierender Strahlen und radioaktiver Stoffe. Das Krankenhaus-Heft 8 (1960), S. 333-334.
- Eckert, F.: Kritische Sammelreferate: Strahlendiagnostik, Strahlenheilkunde u. Strahlenschutz 1961/I. Münch.Med.Wochenschr., Heft 7 (103.Jahrg.) v. 17.2.61, S. 378.
- Frost, D.: Praktischer Strahlenschutz. Walter de Gruyter u. Co., Berlin 1960.
- Gussew, N.: Leitfaden für Radioaktivität und Strahlenschutz. VEB Technik, Berlin 1957.
- Jaeger, R.: Dosimetrie und Strahlenschutz. G.Thieme Verlag 1959.
- Lorenz, W.: Strahlenschutz in Klinik und ärztlicher Praxis. G.Thieme Verlag, Sttg.1961.

- Pfeifer, W.: Strahlengefährdung und Strahlenschutz im Krankenhaus.
Med.Klinik, Heft 2 (55.Jahrg.) v. 8.1.60, S. 55, 56, 57.
- Rakow, A. u. Grün, H.: Modernisierung des Strahlenschutzes bei der Med. Radiumapplikation.
I. Teil: Das Deutsche Gesundh. Wesen, 15. Jahrg. (1960), Heft 20, S. 1070 - 1073.
II. Teil: Das Deutsche Gesundh. Wesen, 15. Jahrg. (1960), Heft 21, S. 1113 ff.
- Rakow, A.: Strahlenschutzmaßnahmen bei der Pflege von Patientinnen mit Radium- und Kobalteinlagen.
Strahlentherapie Band 110, Heft 2 (1959), S. 301-307.
- Schlunbaum, W.: Medizinische Strahlenkunde.
Walter de Gruyter u. Co., Berlin 1960.
- Scholz, H. u. Bergmann, K.F.: Strahlenschutzmessungen bei der gynäkologischen Radiumtherapie.
Zentralblatt f. Gyn. 81. Jahrg. (1959), Heft 23, S. 901-907.
- Schumann, E. u. Simmgen, W.: Experimentelle Untersuchungen zum Strahlenschutz in der Umgebung radiumtragender Patienten.
Dtsch. Gsdh. Wesen, 10. Jahrg. (1955), Heft 18, S. 629-636.
- Seelentag, W.: Strahlung und Mensch, ein brennendes Zeitproblem.
Wiss. Beibl. zur Materia Medica Nordmark Nr. 23 (Juni 1957).
1. Strahlenschutzverordnung v. 24.6.60. Bundesgesetzblatt 1960/I, S. 430 ff.
Schutzmaßnahmen auf dem neuesten Stand (Erste Strahlenschutzverordnung).
Bay. Staatszeitung v. 12.8.60, Nr. 33, S. 5.
- Stübler, F. u. Schenk, G.: Neue Strahlenschutzmaßnahmen in der Radiumtherapie.
Geburtshilfe u. Frauenheilkunde 20. Jahrg. (1960), Heft 11, S. 1235 - 1241.
- Wachsmann, F.: Die radioaktiven Isotope.
Dalp-Taschenbücher 1957, S. 116-121.
- Walstam, R.: A Protection Arrangement for Intracavitary Radium in Ward Patient.
Acta Radiologica Vol. 41, June 1954, Fac. 6.

Am Ende meiner Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. med. K. Podleschka für die freundliche Überlassung des Themas und für die Ermöglichung der Messungen in der Frauenklinik der Städt. Krankenanstalten in Nürnberg zu danken.

Lebenslauf

Ich wurde am 3. November 1934 in Gunzenhausen/Mfr. als Sohn des damaligen Amtsgerichtsrats, jetzigen Landgerichtsdirektors, Dr. Robert Ostermeier und seiner Ehefrau Amalie, geb. Obermair geboren. Mein Vater wurde im Jahre 1936 nach Nürnberg versetzt. Ich besuchte daher ab 1941 in Nürnberg die Volksschule. Im Dezember 1945 trat ich in die Oberrealschule in Nürnberg, Löbleinstraße, ein. An dieser Schule legte ich im Juni 1954 die Reifeprüfung ab. Im November 1954 begann ich an der Universität Erlangen das Studium der Medizin. An dieser Universität legte ich im April 1957 die ärztliche Vorprüfung ab. Mit Beginn des Winter-Semesters 1957/58 setzte ich mein Studium an der Universität Würzburg fort. Mit Beginn des Wintersemesters 1958/59 kehrte ich wieder an die Universität Erlangen zurück und legte an dieser im Sommer 1960 das Medizinische Staatsexamen ab. Seit 1. September 1960 bin ich als Medizinalassistent tätig.

GEDRUCKT BEI LUDWIG MÜLLER ERLANGEN